云 南 植 物 研 究　　ACTA BOTANICA YUNNANICA
2卷，1期，1980年2月　　Vol. 2, No. 1, Feb. 1980

瓜尔豆的引种驯化研究*

张 育 英

（中国科学院云南热带植物研究所）

瓜尔豆 (Cyamopsis tetragonoloba (L.) Taub.) 原产热带非洲，目前主要栽培于印度、巴基斯坦的干旱和半干旱地区，瓜尔豆种子胚乳中含有的半乳甘露聚糖是优质的凝胶材料，广泛用于石油、采矿、纺织、造纸、医药及食品等工业，是现代工业用胶的重要来源。

我们于1974年开始从国外引入试种，经过数年来的引种驯化及大面积生产试种，目前已在云南省元谋、保山、昌宁、龙陵、元江、峨山、蒙自、开远、勐腊、景洪等县试种成功。亩产可高达200—240斤，初步建立了生产基地，为发展我国瓜尔胶生产作了一个良好的开端。

根据几年来的引种驯化研究和大面积生产试种以及成品的工业性试验，对瓜尔豆的用途及经济价值作出了综合评价，进而提出瓜尔豆生育期的主要气候指标和云南省瓜尔豆适生区的区划意见。

一、经济价值评定

1. 国产瓜尔胶经现场压裂试验增产石油效果显著

瓜尔胶虽有多种用途，但目前由于石油工业急需，主要用作开采石油的水基压裂原料。几年来我们与胜利油田协作，对国产瓜尔胶进行了分析鉴定和油井现场压裂试验，结果如表1、表2、

现场压裂试验结果证明，瓜尔胶水基压裂液具有摩阻小，悬砂性能好，滤失量低等优点。用国产瓜尔胶压裂六个井次，共计增产原油9675.9吨，平均每井次增产原油1512.6吨；效果较好的一次增产原油达2998.2吨。压裂后增产有效期为128—353天，平均为204.5天，可见，国产瓜尔胶的增产效果是显著的。

---

*参加本研究工作有：郑惠兰、钟志权、郭铭、杨逆明、杨向坤等。

表1　　水基压裂液性能对比表*

压裂液名称		田菁胶	瓜尔胶
成胶剂浓度（%）		0.7	0.6
摩阻	室内φ6m/m管中流动	7.511升/7大气压	6—9升/7大气压
	$2^1/_2''$ 油管中流动 1.5—1.8方/分	0.06—0.07大气压/米	0.06—0.08 大气压/米
热稳定性（CP）	60℃	1334.7	—
	70℃	340.9	726.5
	80℃	126.8	487.7
悬砂性（钢球沉降率，φ6m/m）		0.025米/分	不沉
滤失量（平方米/30分钟）		9.2	9.5
界面张力		1.93	1.76
水不溶物（%）		倒罐后 3.5%	倒罐后 3.2—3.4%
残渣（%）		25—32	20.7

* 摘自胜利油田钻采工艺研究院采油工艺研究所资料

表2　　国产瓜尔胶水基压液施工效果对比数据表

序号	井号	压裂井段（米）	施工日期	压力 最高压力（大气压）	压力 最低压力（大气压）	平均排量 方/分	压裂效果对比 日产量 施前/施后（吨）	初增产（吨）	平均日增产（吨）	累计增产（吨）	有效期（天）
1	河40	2628.6—2676.0	76.3.14				14/27	13	10	1811.7	145
2	河40	〃　〃	77.8.25	520	420	1.66	14/31	17	12.5	2998.2	259
3	滨4—9—3	1526.4—1543.4	76.4.19	190	170	2.0	6.4/12	5.6	5.5	1934	353
4	辛11—27	2295.0—2314.4	78.5.28	420	380	2.4	10.7/16	5.3	4	577	199
5	滨3—10—23	2228.2—2247.6	78.8.30	540	370	1.7	2.1/11	8.9	7	1328	143
6	滨3—7—25	1868.7—1921.3	78.8.1	380	300	1.9	11.7/15	3.3	2.5	427	128
总计										9075.9	

2. 国产瓜尔豆保持了含胶量高，品质优良的特征

瓜尔胶含于瓜尔豆种子胚乳中，为中性非离子性半乳甘露聚糖。由于半乳甘露聚糖有顺式邻位羟基的线形分子和有规则的半乳糖侧链，因而易与络合试剂交联，形成立体网状结构的高粘度的水基冻胶，成为优质的凝胶材料。所以种子的胚乳比例、含胶量、胶粉粘度等是瓜尔豆产品经济性状的重要指标。为鉴定瓜尔豆在引种驯化过程中经济性状的变化及利用价值，我们对国产瓜尔豆与进口样品及其它含胶植物进行了对比，结果如表3、表4。

表3　　　　　　　　几种含胶植物种子含胶量及粘度比较

植物名称	种子千粒重（克）	胚乳比例（%）	种子含胶量（%）	1%的胶溶液在10%食盐溶液中的粘度（秒）	1%胶液在不同温度条件下的粘度（秒）		
					25℃	50℃	70℃
进口瓜尔豆 Cyamopsis tetragonoloba (L.) Taub.	30.9	39.5	33	2580	3269	1648	1029
国产瓜尔豆 Cyamopsis tetragonoloba (L.) Taub.	43.2	42.6	34	2757	3874	1261	986
多刺田菁 Sesbania aculeata Pers.	15.8	34.8	27	666	2068	995	759
田菁 Sesbania cannabina Pers.	15.0	33.4	21	561	1003	504	335
埃及田菁 Sesbania aegyptiaca Pers.	12.1	29.1	19.16	296	443	194	204

表4　　　　　　　　瓜尔胶及田菁胶溶液浓度和粘度的比较

粉剂浓度（%）	0.3	0.45	0.5	0.6	1.0
瓜尔胶粘度（厘泊）	94.7	110.5	115.7	140.4	515.5
田菁胶粘度（厘泊）	71.0	83.6	84.2	98.6	157.8

从表3、表4可以看出，瓜尔豆在引入栽培后，其种子品质无显著变化，国产瓜尔豆种子的含胶量及其粘度与进口样品相似。瓜尔豆与其它含胶植物对比，具有种子大，胚乳比例高，含胶量高和粘度大等优点；瓜尔豆种子千粒重为田菁种子的两倍，种子含胶量为田菁的1.6倍。在溶液浓度相同时，瓜尔胶的粘度显著高于田菁胶，保持了较好的经济性状。

3. 副产品有较高的综合利用价值

瓜尔豆种子制成胶粉后，约有70%的副产物，其中瓜尔豆粉，蛋白质含量高达39%，营养价值与大豆相似，试用瓜尔豆粉加工酱油及饲养奶牛，结果分别如表5、表6。

表5　　　　　　　　瓜尔豆酱油与大豆酱油的品质比较

品名	干物质（%）	蛋白质（%）	氨基酸（毫克）	比重
瓜尔豆粉酱油	37.48	31.88	2.96	1.2548
大豆酱油	37.32	24.77	3.92	1.2487

表6　　　　　　　　瓜尔豆饲养乳牛对产乳量的影响*

试验期	组别	头数	日粮	十天总产乳量（公斤）	平均每头日产乳量（公斤）	增乳率（%）	瓜尔豆粉净增乳量公斤/日
9月8日—17日	一组	2	蚕豆	159.5	7.98	100	0
	二组	2	蚕豆＋瓜尔豆粉1.2公斤	198.3	9.92	124.2	1.93
9月20日—29日	一组	2	蚕豆＋瓜尔豆粉1.2公斤	200.1	10.0	123.6	1.91
	二组	2	蚕豆	161.8	8.09	100	0

*引自昆明国营第一农场瓜尔豆粉试验小组资料

从表5看出，瓜尔豆酱油的干物质含量及比重与大豆酱油相似，蛋白质含量比大豆酱油高，氨基酸含量比大豆酱油低。瓜尔豆粉出酱油率为200—320%，比大豆高一倍。

表6指出，瓜尔豆粉作奶牛饲料有良好的增产效果，每斤瓜尔豆粉可增产牛奶1.6斤。

4．瓜尔豆又是一种良好的绿肥作物

瓜尔豆植株各部分含氮量丰富，是优质的有机肥料，我们用瓜尔豆秸秆进行了水稻田肥效试验，结果如表7。

表7 不同绿肥对水稻增产效果比较*

项目 种类	面积 （亩）	每亩施绿肥 （市斤）	水稻亩产 （净干后） （市斤）	每亩比对照田增产数 （市斤）	增产率 （%）	备注
瓜尔豆秸秆	0.14	1000	695	96	16.0	管理和化肥施用量均相同。
太阳麻秆	0.14	1000	661	62	10.3	
小葵子秆	0.14	1000	654	55	9.2	
对照	0.14	0	599	0	0	

＊摘自元谋县科委的瓜尔豆试种总结。

从表7看出，瓜尔豆秸秆的肥效较太阳麻和小葵子都高，1000斤绿肥可增产稻谷96斤。

瓜尔豆又是某些作物的良好前作，种植瓜尔豆后可以明显地提高后作的产量，表8说明用瓜尔豆作前作的小葵子产量比用棉花作前作增产74%。

表8 瓜尔豆、棉花作前作小葵子增产效果比较*

项目 前作	面积 （亩）	播种期	收获期	总产 （市斤）	折合亩产 （市斤）	增产数 （市斤/亩）	增产率 （%）
瓜尔豆	5.75	6月9日	12月25日	937.9	163.1	70.1	74
棉花	3.75	6月9日	12月25日	352.0	93.8	—	—

＊摘自元谋县首林公社河东生产队科技组瓜尔豆试种总结。

二、生态适应性特点

植物系统发育的条件形成了其对自然条件的一定的要求和适应能力。根据引种对象在驯化过程中对新的自然条件的反应，找出其对环境条件的适应范围和最适要求，是使其在新的栽培条件下获得丰产优质的生物学基础。瓜尔豆在我省七个地、州，三十九个县进行广泛试种后，由于各试种点环境条件差异较大，通过各试点的观测分析发现有下列几个主要的生态适应性特点。

1. 喜热性

种子萌发及幼苗生长与温度的关系——瓜尔豆在不同地区，不同季节播种效果的比较试验结果如下：

表 9 温度与瓜尔豆出苗速度及幼苗长势的关系

项目 / 地点	播种期	播种到真叶期平均气温（℃）	播种到出苗天数	出苗到真叶期（天数）	播种到真叶期（天数）
勐	6月5日	25.5	2	6	8
	8月5日	25.3	3	6	9
	10月5日	23.3	5	9	14
崙	12月5日	17.1	17	14	31
元	3月10日	19.3	10	11	21
谋	6月25日	25.3	4	6	10
元	3月15日	23.9	5	7	12
江	6月28日	30.4	2	5	7

试验表明，瓜尔豆种子要求较高的发芽温度，在25—30°C的条件下，播种后3—4天出苗，出苗后一周即可长真叶，长势良好。当气温低于20°C时，播种后10多天才出苗，苗不整齐，出苗后约需两周才出真叶，幼苗长势亦差。故播种月的平均气温不低于20°C，是保证全苗和获得良好栽培效果的重要条件。

营养生长与温度的关系：瓜尔豆植株营养生长适温为24—26°C，在此条件下，株高日增长量达2—3厘米；月均温低于20°C时，植株生长缓慢，新叶显著变小，株高日增长量不到1厘米。当月均温低于15°C时，植株停止生长。勐崙地区瓜尔豆株高增长与温度的关系如图1所示。

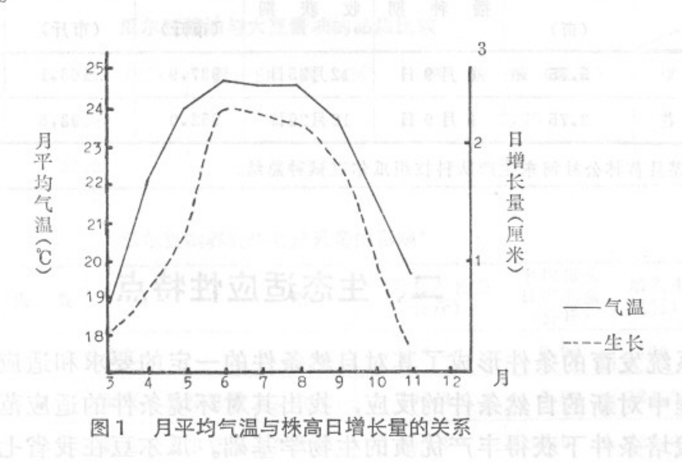


图1 月平均气温与株高日增长量的关系

开花结荚与温度的关系：瓜尔豆属无限生长型，生育期中能不断现蕾开花。但由于对温度要求较严格，花蕾发育速度与结荚率随温度变化差异较大。对不同地区不同季节

的花蕾进行花果物候的观察比较表明，当平均气温为24—25°C时，现蕾后3—5天即可开花，开花后2—3天着荚，豆荚成长快，荚果约50天成熟，豆荚较长而饱满，每个荚果有种子8—12粒。当平均气温在21—23°C时，瓜尔豆虽能正常开花结荚，但荚果短，每个荚果有种子1—8粒。平均气温低于21°C时，虽能开花，但发育不良，多为无效花。各地瓜尔豆有效花终止期曲线基本上与20°C的等温线相一致。勐崙地区瓜尔豆现蕾至开花的时间及开花率与温度的关系如表10。

表10 勐崙地区瓜尔豆现蕾至开花的时间与温度的关系

现蕾期	开花期（日/月）	现蕾至开花日数（天）	现蕾至开花期平均温度（℃）	开花率及荚果发育情况
12月21日	2/1—9/1	13—20	16.0	开花不正常。
12月26日	5/1—5/2	11—36	16.0	60%的花蕾受冻，不开花。
1月8日	22/1—26/1	15—18	17.0	70%的花蕾开花，但发育不正常。
2月15日	25/1—6/3	11—19	18.0	〃
2月28日	10/3—17/3	11—17	19.4	〃
3月21日	28/3—30/3	8—10	20.8	〃
3月30日	7/4—10/4	9—11	22.0	100%的花蕾开花，豆荚发育正常。
4月22日	28/4—30/4	7—8	24.0	〃
5月9日	17/5—19/5	9—10	24.7	〃
10月13日	21/10—22/10	7—10	23.5	〃
10月22日	1/11—3/11	10—11	22.9	〃
10月28日	6/11—9/11	14—16	16.0	结荚率40%，荚小发育慢。

2．忌湿性

在云南，从年降雨量500—600毫米的干热地区到年降雨量达1600毫米的湿热地区，瓜尔豆均可生长，但在年雨量1000毫米以下的地区栽培效果较好。例如元谋县和保山县潞江坝等地，年雨量600—800毫米，夏播瓜尔豆生育期间的降水量约为400—600毫米，其分布特点是前期多雨，约占全期雨量的70—80%，后期少雨干燥，仅占20—30%，因此前期水份条件较好，植株营养生长繁茂，开花结荚多，生长后期较为干燥，荚果成熟整齐，种子品质良好。栽培效果较好的地区，生育期间的雨量分配趋势大体都如此（表11）。

年雨量超过1000毫米的地区，夏播瓜尔豆的生育期正值雨季，例如勐腊、勐海、澜沧、景洪等县，年降雨量为1400—1600毫米，夏播时其生育期间的降水量约为1000毫米，由于水份过多，植株常因徒长而倒伏，易染病害，且花果期分散，荚果成熟不整齐，种子品质差，难于采收。

瓜尔豆对干旱的适应能力较强，元江县1974年9月15日播种的瓜尔豆，其生育期间降雨只有50毫米，人工灌溉量约100毫米，植株营养生长稍差，但仍能获得一定产量，

种子品质良好。而在水份过多的条件下则生长不良，种子品质极差，其中尤以收获期的降雨对种子品质为害最大。

表11 瓜尔豆不同生育期雨量分配情况

地点 \ 月份		四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	幼苗期至生长盛期 降水量	%	荚果成熟期 降水量	%
美新墨西哥国州	降雨量		30.2	21.6	63.8	57.9							
	灌溉量	258.6	110.2	83.5	62.7	59.9				504.1	68	244.3	32
	总计	258.6	140.4	105.1	126.5	117.8							
元谋县降雨量				113	145.5	122.4	76.2	75.5		380.9	72	151.7	28
蒙自县降雨量				132.3	151.1	150.4	81.2	52.6		433.8	77	133.8	23
潞江坝降雨量				114.5	113.1	117.1	63.9	116.5		344.7	65	180.3	35
勐腊降雨量						193.3	192.9	97.8	5.2	484.0	90	52	10

3. 短日性

瓜尔豆是较典型的短日照植物，对日照比较敏感。根据观测云南各试种点，每天日长时数不超过13.5—14小时，均能满足瓜尔豆的其短日要求而正常开花结荚。随着日长时数的减少，瓜尔豆从真叶到现蕾期所需时间显著缩短，云南不同地区日长与瓜尔豆发育速度关系如表12。

表12 现蕾期与日长的关系

地点 \ 项目	纬度 N	时间	日长 (时)	从真叶到现蕾的时间 (天)	现蕾时植株高度 (厘米)
勐腊	21°29′	6—7月	13—13.5	18—20	30—50
〃	〃	12月—1月	〃	13—15	10—20
元谋	25°44′	6—7月	13.5—14	23—25	30—50
潞江坝	24°59′	6—7月	13.5	20—23	30—50

三、瓜尔豆生育期的主要气候指标及适生区区划意见

由于云南省所处的地理纬度不高，适于瓜尔豆生长的地区，大部分位于北纬21—26°之间，决定瓜尔豆栽培效果的主要气候因素是温度和水份，温度是引种瓜尔豆能否成功的关键因素，在云南适宜栽培瓜尔豆的地区年平均气温最低限度值为18°C，而生育期间平均气温的最低限度应为20°C，水份是种子品质的决定因素，年降雨量超过1000毫米的地区，一般栽培效果不好，其生育期的降雨量以400—600毫米为好。

瓜尔豆整个生育期需要一定数量的水份，但由于气温（及风速等）条件不同，水份的损耗（主要是蒸发及蒸腾）也不同。也就是说，瓜尔豆整个生育期间所要求的降水量

（或灌溉量）与温度（及风速等）条件有密切的关系。在其生长的适温范围内，温度升高，降水量（或灌溉量）要相应增加，反之则减少。根据试种的结果，我们认为在日照时数变化不大的地区（11—13.5 小时/天）内，可以用瓜尔豆生育期间的水热系数 $(K)^{*}=\frac{r}{t+20}$ 来确定是否适宜于瓜尔豆的生产。表13为瓜尔豆在不同水热系数条件下试种的结果。

表13　　瓜尔豆在不同水热条件下的试种情况

地　点	播种日期 日/月	面积（亩）	栽培效果		生育期间气候条件			备　注
			亩产（斤）	种子品质	平均气温（℃）	降水量（mm）	水热系数值	
元　谋	10/3	4	105	优	25.0	173.6	3.9	生育前期进行人工灌水
勐　崙	5/9	0.2	91	优	20.6	300.1	7.5	
元　江	5/7	4	95	良	26.8	410.9	8.8	收获期遇雨
元　谋	5/6	13.5	134.7	优	25.8	457	9.98	
元　江	1/6	3.5	148	优	27.9	479	10.0	
潞　江	10/6	2	212	优	25.8	458	10.0	
勐　崙	5/8	0.2	155	良	21.5	489.2	11.7	
蒙　自	5/6	1.2	270	良	22.1	515	12.2	
勐　崙	5/7	0.2	226	差	23.8	669.7	15.2	
景　东	5/6	2	48.2	差	22.7	728.2	17.1	
景　谷	5/6	1	45.1	差	24.2	873.6	19.8	
澜　沧	2/6	1.5	2	极差	22.5	1132.9	26.7	

*　r …生育期间的降雨量
　t …生育期间的平均气温
　20…是瓜尔豆生育期间较适宜的气温

根据各地瓜尔豆生育期间的水热系数值对比瓜尔豆的实际栽培效果可以看出，瓜尔豆生育期间适宜的水热系数值范围为 8 —15，并以 K 值为 8 —10栽培效果较好，表现为产量高，种子品质好。K 值小于 8 时，表明水份不足，需适当灌溉，灌溉量随 K 值下降而加大。当 K 值大于15时，表明栽培效果不好，即使获得了较高的种子产量，但种子品质差甚至无利用价值。

根据云南省各地的气候特点及试种结果，将适宜于栽培瓜尔豆的地区分为以下四个类型：

1.干热良好生长区——年平均气温＞21°C，年降雨量＜800毫米，如元谋，保山的潞江坝等地，全年中适于瓜尔豆生长的时间约 8 个月，一年可以种两季，是我省瓜尔豆栽培效果较好的地区。

2.干亚热夏作适生区——年平均气温＞18°C，＜21°C，年降水量＜800毫米，如宾川、南涧等地，该地区全年中适于瓜尔豆生长的时间约半年，宜于夏作，由于雨水少，

种子品质较好。

3.润亚热夏作区——年平均气温>18°C，<21°C，年降水量800—1000毫米，例如蒙自、开远等地，该地区只宜夏作，由于雨水较多，种子质量不易保证。

4.湿热秋作适生区——年平均气温>21°C，年降雨量>1000毫米，例如勐腊、景洪等地的海拔800米以下的地区，由于夏季雨水多，不宜夏作，但冬季温暖可以避开雨季进行秋作。

瓜尔豆主要适生区的主要气象指标如图2。

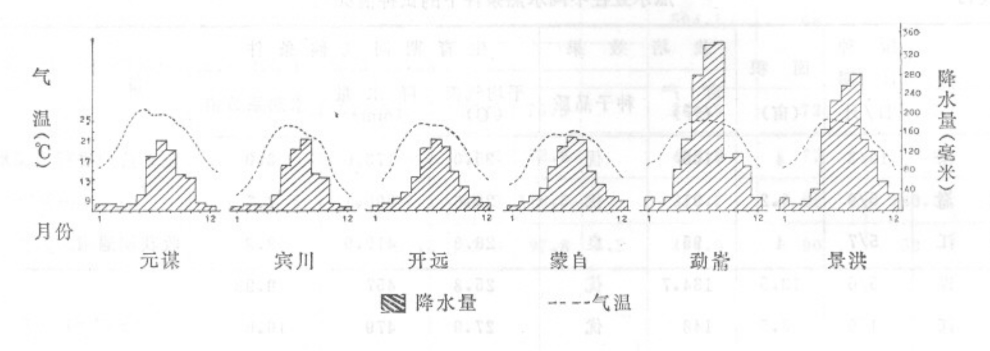


图2 瓜尔豆主要适生区气候图

STUDY ON CULTIVATED GUAR BEAN

Zhang Yi-ying

(Yunnan Institute of Trolical Botany, Academia Sinica)

ABSTRACT

Guar bean (*Cyamopsis telragonoloba* (L) Taub.) is native to tropical Africa and now cultivated mostly in the dry, semiarid regions of India and Pakistan. Guar gum is widely used in petroleum industry in the world.

It was introduced successfully to China in 1974. The experimental results indicated that petroleum production could be increaced when guar gum was used; the seeds maintained the characters of high gum content and good quality. The results also indicated that the by-products of guar bean could be utilized comprehensively.

According to its biological character, guar bean is suitable to hot and shortday and not to moist climate. The following regions are suitable to plant guar bean in Yunnan:

1. In the dry and tropical well growing region: The annual average temperature >21°C, annual rainfall < 800 mm., The growing period is 8 months. It may grows two crops a year.

2. In the dry and sub-tropical suitable growing region: the annual average temperature >18°C, <21°C, annual rainfall 800 mm., The growing period is about 6 months. It is suitable to sow in summer. But The quality of the seeds is not very good.

3. In the moist and sub-tropical summer sowing region: The annual rainfall is 800—1000 mm., It is suitable to sow in summer. The quality of the seeds is not easy to guarantea.

4. In the moist and tropical autumn sowing region: The annual average temperature >21°C, annual rainfall > 1000 mm., It is suitable to sow in autumn.

We count the water and temperature coefficient of guar bean with the formula $K=\frac{r}{t+20}$, according to its requirement of the water and temperature. Its K-value is in the range of 8—15, and 8—10 the best.

Where: K = coefficient of water and temperature.

r = rainfall during the growing period.

t = average temperature during the growing period.

20 = suitable temperature during the growing period.